

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-22221

(P2000-22221A)

(43)公開日 平成12年1月21日(2000.1.21)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

テームコード\*(参考)

N 5 F 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平10-190582

(22)出願日 平成10年7月6日(1998.7.6)

(71)出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72)発明者 為本 広昭

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化

学工業株式会社内

Fターム(参考) 5F041 AA14 DA14 DA36 EE23 EE25

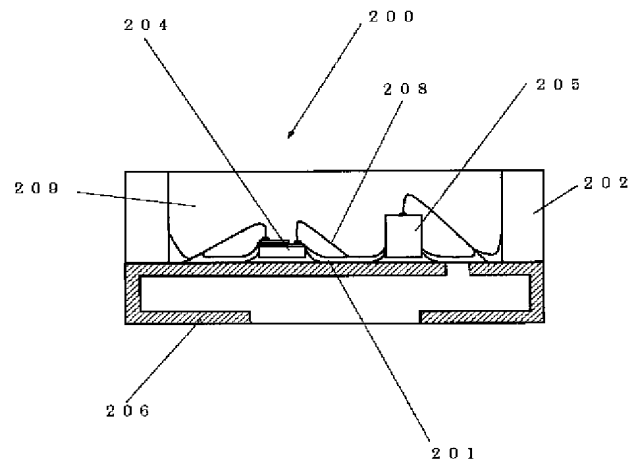
FF01

(54)【発明の名称】 発光ダイオード

(57)【要約】

【課題】光度とコントラスト比の向上を両立する発光ダイオードを提供する。

【解決手段】基体上に異なる発光色が発光可能な発光素子が実装されてなる発光ダイオードである。特に、発光素子からの発光を反射する基体表面の少なくとも一部は発光素子の各発光色と略同一である複数の着色材を有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体上に異なる発光色が発光可能な発光素子が実装されてなる発光ダイオードであって、前記発光素子からの発光を反射する基体表面の少なくとも1部は発光素子の各発光色と略同一である複数の着色材を有することを特徴とする発光ダイオード。

【請求項2】 前記発光素子は異なる指向特性を持っていると共に、各着色剤がその指向特性に合わせて独立して配置されていることを特徴とする請求項2に記載の発光ダイオード。

【請求項3】 凹部内に赤色、緑色及び青色がそれぞれ発光可能な少なくとも3種類の発光素子が実装されてなる発光ダイオードであって、前記発光素子からの発光を反射させる凹部表面の少なくとも一部に各発光素子の発光色と略同一の着色材を混合して着色していることを特徴とする発光ダイオード。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は各種パイロットランプ、バックライトやディスプレイなどの光源に利用される多色発光可能な発光ダイオードに係わり、特に、発光ダイオードの光度とコントラスト比の向上を両立するものである。

## 【0002】

【従来技術】今日、小型、軽量、かつ長寿命で信頼性に高いことから種々の光源に発光ダイオード（以下、LEDとも呼ぶ）が利用されてきている。LEDとして、半導体素子であるLEDチップを利用したチップタイプLEDが挙げられる。チップタイプLEDはLEDチップを外部環境から保護し、作業性を向上させるなどのために樹脂パッケージを利用している。パッケージ自体が絶縁性であるためパッケージの凹部に積載したLEDチップに電流を供給させるためリード電極を設けてある。パッケージの内部から外部に露出したリード電極とLEDチップの各電極はAgペーストやワイヤなどにより内部で電氣的に接続させている。LEDチップやワイヤなどが配された凹部には、LEDチップを保護する目的で透光性樹脂がモールドされている。リード電極に電力を供給することによりLEDチップを発光させることができる。LEDチップからの発光は、LEDチップから直接モールド部材を透過して外部に放出されるものの他、LEDチップを収容する凹部の底面や側壁により反射されて外部に取り出されるものがある。

【0003】LEDから取り出される光度を重視する場合、LEDチップが配置される凹部の側壁を利用することで比較的簡単に光度を向上させることができる。具体的には、パッケージを構成する樹脂自体を光反射性に優れた白色系の材料や金属材料を選択させる。或いは、パッケージ中に光反射性の優れた白色顔料を添加することでパッケージの凹部側面や底面を光反射性の優れた反射

面として利用することができる。これによりLEDから取り出される光量を1割以上増加させることもできる。

【0004】他方、暗所においてLEDを発光させた明るさと、明所におけるLEDを発光させたときのLED全体の明るさと、明所におけるLEDを消灯させたときのLED全体の明るさの比であるコントラスト比を重視する場合、上述とは逆にLEDチップを収容するパッケージなど全体を黒色などの暗色系の着色材を含有させる。或いは、パッケージ自体が黒色に着色している材料を選択することが考えられる。これによりLEDに照射された外来光の反射を抑制してコントラスト比を向上させることができる。特に、LEDディスプレイなどの場合は、コントラスト比が高いことが望まれる。コントラスト比が高ければ点灯時と消灯時の差が明確となり良好なグレースケールを達成することができるからである。同様に、光センサーの光源として利用する場合は、ノイズを低減し感度を向上させることができる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、LEDチップからの光を有効利用するために反射性の優れた白色、銀白色や銀色の側壁を持つ場合は、LEDチップからの光を反射して外部に効率的に放出するだけでなく、外部からの光をも側壁で反射する。そのため、発光ダイオードのコントラスト比が低下するという問題があった。また、コントラスト比を向上させる為にパッケージを暗色系に着色させるなどの場合は逆にLEDチップから発光をも吸収し、LEDから取り出される光が大きく低下する問題があった。即ち、LEDの光度向上とコントラスト比の改善を両立することが極めて難しい関係となっていた。LEDチップの発光光度が向上するにつれ野外での使用など使用環境の多様性に伴いより高輝度かつ高コントラスト比が特に求められる傾向にある。したがって、上記構成のLEDでは十分ではなく更なる改良が求められている。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、凹部内に異なる発光色が発光可能な発光素子が実装されてなる発光ダイオードである。特に、発光素子からの光の少なくとも一部を反射する凹部表面は発光素子の各発光色と略同一である複数の着色材を有する。これにより、光度の低下を防ぎつつ、コントラスト比を大幅に向上させることができる。

【0007】本発明の請求項2に記載の発光ダイオードは、発光素子が異なる指向特性を持っていると共にその指向特性に合わせて各着色剤が主として独立配置されている。発光素子から放出される光がそれぞれ異なる指向性を持っている場合、その発光素子から放出される光が最も照射される部位に、その光を反射する着色剤を配置させる。着色剤はそれぞれ独立に配置されることになるが極めて近接して配置させてあるため、人間の目には混

色として視認することができる。そのため、より光度の低下を抑制できる発光ダイオードとすることができる。

【0008】本発明の請求項3に記載の発光ダイオードは、凹部に赤色、緑色及び青色がそれぞれ発光可能な少なくとも3種類の発光素子が実装されてなる発光ダイオードである。特に、発光素子からの発光を反射させる凹部表面の少なくとも一部に各発光素子の発光色と略同一の着色材を混合して着色している。光度を維持しながらコントラスト比の良好なフルカラー表示できる発光ダイオードとすることができる。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明者は種々の実験の結果、発光素子の発光波長と、発光素子からの光を反射する部位とを特定の関係とすることにより、発光輝度の大幅な低下を防止しつつコントラスト比を向上し得ることを見出し本発明を成すに至った。

【0010】着色剤はその着色剤の色に相当する波長を反射すると共に他の色を吸収する。また、光の混色は白色光に近づくのに対して、色の混色は黒色に近づく。本発明は光の混色と色の混色とを複数のLEDチップを1個所に配置させたLEDに利用したものである。即ち、LEDの複数の発光素子から放出される光は、その発光素子の発光色と略同一の着色剤が含有された側壁によりそれぞれ反射される。この場合、発光素子からの発光色と異なる着色剤により吸収されるものの、少なくとも発光素子の発光色と同一の着色剤では反射される。そのため、黒色の着色剤を含有させた側壁などで構成されたLEDより遙かに光度の低下が少ない。

【0011】他方、異なる色の着色剤は、人間の目によって識別できない距離まで離れると混色により色表現されて視認される。例えば、赤色、緑色及び青色の顔料を樹脂中に混合して形成させると紺色などの暗色系を表現することができる。そのため、外部からの光はそれぞれの着色剤により吸収される。これにより本発明は、外来光からの光を効率的に吸収させると共に発光素子からの光を選択的に反射することができ、コントラスト比を向上させることができる。特に、発光ピークが鋭い単色性発光波長を発光する発光素子と、発光素子の発光ピークに対応させたピークを持ちつつ比較的ブロードな吸収波長を持つ着色剤では特に大きな効果を生ずることとなる。

【0012】以下、本発明の一例であるLED200を図2を利用して説明する。図2にはLEDチップ204、205を内部に配置することが可能な凹部を有するパッケージ202に黄色及び黒色の着色染料を5：1の割合で含有させて形成させてある。パッケージ202にはリード電極206として一方が凹部表面に露出すると共に他方がパッケージの外壁に露出させてある。パッケージ202のカップ内に青色が発光可能なLEDチップ204と黄色が発光可能なLEDチップ205を配置さ

せる。各LEDチップは独立に駆動できるように金線及びAgペーストを利用してそれぞれ各リード電極と電気的に接続させてある。青色が発光可能なLEDチップ204はサファイア上に発光層として発光層が窒化インジウム・ガリウムでありpn接合を持つ発光素子であり、黄色が発光可能なLEDチップ205はガリウム燐基板上に発光層としてインジウム・アルミニウム・ガリウム燐であるpn接合を持つ発光素子である。

【0013】青色のLEDチップ204の指向特性は黄色のLEDチップ205に較べ層方向に強照射される傾向にある。また、青色のLEDチップ204は黄色のLEDチップ205の高さよりも低く形成させてある。そのため、青色のLEDチップ204から放出された光はLEDチップの活性層と平行な凹部側面に強照射される。他方、黄色のLEDチップ205からの光はそれよりも上の凹部側面に照射される割合が高い。したがって、本発明において凹部側壁の底面側に青色の着色顔料を含有するエポキシ樹脂201を塗布硬化させ青色に着色させる。他方、それよりも上の側面202はパッケージ中に含有された黄色及び黒色の着色顔料が表面に現れることとなる。着色により遠方から視認すると凹部内部は黒色、黄色、青色の混色として暗緑色に視認される。また、各LEDを同時に点灯させると光の混色により白色光を得ることができる。このようなLEDは複数の色のLEDチップを配置させた場合においても何色の発光素子であるかを瞬時に判断することができる。また、外来光が照射されたとしても反射光が緑色系なので目に優しい。以下、本発明の各構成について説明する。

【0014】（着色剤）本発明の着色剤は発光素子の各発光色と略同一の色を持つ着色剤を利用することができる。着色剤は着色剤の色と同じ系統の色を発光する発光素子からの光に対して効率よく反射すると共にその他の色を吸収する。着色剤が近接して複数の色としてあれば混色により黒色に近づくことになる。したがって、本発明の複数の着色剤はそれぞれ混合して利用しても良いし、それぞれ混色が生ずる程度に近接した位置で独立に設けても良い。着色剤は、基体中に含有させることもできるし、基体の表面に樹脂などに含有させた着色剤を塗布させることでも良い。また、コントラストを重視する場合、複数の着色剤に加えて暗色系のパッケージ材料等を選択する或いは暗色系の着色剤を加えることができる。また、複数の着色料の含有量は必ずしも等量に含有させる必要はなく、発光素子の光度や着色剤の反射性等を考慮して種々調節することができる。このような着色剤は種々の染料、顔料など種々のものを選択することができる。同様に着色剤は無機部材であっても良いし、有機部材であっても良い。具体的にはペリレン系レッド、縮合アゾ系レッド、キナクリドン系レッド、銅フタロシニアンブルー、銅フタロシニアングリーン、クルクミン、コールタール染料などが挙げられる。なお、着色剤

は発光素子が単色性ピーク波長を持つのに対しブロードな吸収スペクトルを持つことが好ましい。これにより、着色剤と同色の発光素子の光を反射させつつ、外来光を効率よく吸収させることができる。このような着色剤は反射効率を高めるため5から40重量%が好ましく、10から30重量%がより好ましい。

【0015】(基体102、202)本発明の基体102、202とは発光素子103、104、105、204、205が配置可能であると共に発光素子が発光する光の少なくとも一部を反射可能な部位を持つものである。発光ダイオードの基体としては内部が窪み発光素子を配置可能な凹部を有するチップタイプLEDの筐体やLEDチップを搭載可能な略平板などが挙げられる。また、本発明の効果を奏する限り、マウントリードのカップを基体として利用することもできる。本発明の複数の発光素子に対応した発光色と同色の着色剤を含有する基体とするためには形成時に含有させる着色剤が均一に分散しやすく、かつ均一に混合可能な基体材料を選択することが好ましい。

【0016】パッケージに用いられる材料によってベース樹脂の色は種々のものを選択することができるが、光利用効率を高めるためにはベースとなる樹脂の色が白色や種々の着色剤を好適に添加できる透光性樹脂を利用することが好ましい。発光素子からの光を凹部側面101や底面で不要に吸収させないようにさせるためである。また、発光素子から放出された光をパッケージの凹部の側壁を利用して反射させることもできるし、パッケージを構成する凹部側壁とは別に発光素子からの光を効率よく反射させる反射部材を形成させても良い。なお、ベース樹脂自体の色が暗色系であっても含有させる着色顔料によって発光素子からの光を反射するため同様に効果を発することもできる。

【0017】さらに、着色材をパッケージ中に含有させるのではなく、パッケージ凹部の内壁面に発光素子の発光色に合わせた着色料を塗布させることにより同様の効果を得ることもできる。着色材は種々の透光性樹脂や硝子などを利用して塗布することもできる。このような基体として、液晶ポリマー、PBTやメラミン、エポキシ樹脂、アクリル樹脂などの絶縁性樹脂を好適に利用することができる。また、無機部材としてはセラミックを用いて形成させたパッケージを基体として利用することもできる。

【0018】パッケージの凹部内に発光素子を配置させた場合は、発光素子などを保護するために透光性モールド樹脂109を設けることができる。このような透光性樹脂としてはエポキシ樹脂、シリコン樹脂、シリコン樹脂やアクリル樹脂など耐候性に優れた樹脂が好適に挙げられる。

【0019】また、パッケージは通常絶縁性を有するため、パッケージ内の発光素子に電力を外部から供給させ

るリード電極106、107を有する。リード電極106、107は発光素子と金、アルミニウムなどのワイヤ108を利用したもの他、Agペースト、カーボンペースト、ITOなどの導電性ペーストの他、半田或いは金錫共晶などを利用することで電氣的に接続させることができる。リード電極106、107の材質も電気伝導性やワイヤ、パッケージの材料などとの密着性を考慮して種々のものを選択することができる。具体的には、鉄、銅、鉄入り銅やステンレスなど種々の金属や合金を利用することができる。

【0020】(発光素子103、104、105、204、205)本発明の発光素子は半導体発光素子であり、電流の供給により発光するものである。半導体材料により発光素子から放出される発光色を種々選択することができる。即ち、バンドギャップの大きい半導体を利用すると短波長が発光可能な発光素子とすることができ、バンドギャップの小さい半導体材料を利用すると比較的長波長が発光可能な発光素子とすることができる。このような半導体素子の具体的材料として、SiC、Ga<sub>2</sub>N、GaP、GaAlAs、GaAsP、InGa<sub>2</sub>N、InAlGa<sub>2</sub>N、AlGaInPなどを好適に用いることができる。また、半導体素子の構造としては、ホモ接合、ヘテロ接合、ダブルヘテロ接合を利用したMIS構造、pn構造やPIN構造などが挙げられる。さらに、発光層を量子効果が生ずるとされる単一井戸構造や多重量子井戸構造を利用し発光効率を向上させることもできる。このような発光素子は液相成長法、各種CVD法を利用して成膜することができる。

【0021】現在のところ可視光の短波長側でも高輝度に発光可能な発光素子として窒化物半導体( $Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$ 、ただし、 $0 \leq x$ 、 $0 \leq y$ 、 $x+y \leq 1$ )を用いることが好ましい。窒化物半導体を利用した発光素子の具体的構造例としては、サファイア基板上に、バッファ層、Ga<sub>2</sub>Nからなるn型コンタクト層兼クラッド層、量子効果を有するとされる厚さのInGa<sub>2</sub>Nからなる発光層、AlGa<sub>2</sub>Nからなるp型クラッド層、Ga<sub>2</sub>Nからなるp型コンタクト層を積層させた構成とすることができる。発光層のInの組成が多ければ発光波長が長波長側となり、Inの組成が少なければ発光波長が短波長側となる。例えばIn<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>Nでは波長が約475nmの青色を呈する単色性ピーク波長であり、In<sub>0.6</sub>Ga<sub>0.4</sub>Nでは波長が約535nmの緑色を呈する単色性ピーク波長を発光する。このように所望の発光色を得るために種々選択することができる。同様に赤色系を高輝度に発光可能な発光素子としてGaAsやGaPなどの半導体基板上にバッファ層、AlInGaPからなるn型クラッド層、AlInGaPからなる発光層、AlInGaPからなるp型クラッド層、InGaPからなるp型コンタクト層を積層させた発光素子などを好適に利用することができる。このような異なる発光素子を

基体上に近接配置させ同時に発光させることで混色光を得ることができる。例えば、白色を得るためには、赤色、緑色及び青色がそれぞれ発光可能な少なくとも3種類の発光素子、シアン、マゼンタ、イエローがそれぞれ発光可能な少なくとも3種類の発光素子、青色及び黄色がそれぞれ発光可能な少なくとも2種類の発光素子からの発光を混色させることで得ることができる。

【0022】また、上述のように高輝度に青色及び緑色が発光可能な発光素子と、高輝度に赤色が発光可能な発光素子とは、積層構造が異なるため、窒化物半導体を利用した発光素子から放出される光は、他方と較べて発光層と平行方向に強照射される傾向にある。また、AlInGaPからなる発光層を利用した赤色系の発光素子はInGaPからなる発光層を利用した青色や緑色の発光素子に較べて発光層の高さが高い。発光素子が異なる指向特性を利用することで、各着色剤をその指向特性に合わせて独立して配置させ光度を稼ぐこともできる。以下、本発明の実施例について詳述するがこれのみに限定されないことは言うまでもない。

【0023】

【実施例】（実施例1）以下、図1に本発明の発光ダイオード100の模式的断面図及び平面図を示す。図1には発光素子が配置される基体102として液晶ポリマーを用いてパッケージを形成させてある。発光観測面側から見てパッケージのほぼ中央には直径2mmの真円状窪みが設けられている。窪みとなる凹部内にはRGBがそれぞれ発光可能なLEDチップ103、104、105が配置されている。パッケージの凹部底面は各LEDチップがそれぞれ独立に電流を供給することができるリード電極107が設けられている。リード電極は各LEDチップの電極と金線を介してワイヤボンディングされた3つのリード電極107と、各LEDのコモンに共通に接続されたリード電極106の合計4つが設けられている。各リード電極はりん青銅の表面に銀メッキさせておりパッケージの凹部底面で露出している他、絶縁性のパッケージ内部を通して発光面に対して裏面外部にも露出させてある。

【0024】絶縁性樹脂として液晶ポリマーを利用したパッケージを利用している。液晶ポリマーのベース樹脂は略白色を呈しているが、ベース樹脂中にLEDチップの発光色に対応して略赤、緑及び青色の着色染料をそれぞれ15重量%の割合で混合させてある。着色染料として、ペリレン系レッド、銅フタロシニアンブルー及び銅フタロシニアングリーンを利用してある。パッケージの形成は予め赤色、緑色及び青色の着色剤が含有された成形材料を形成させる。成形材料を不示図の射出成型器ホッパに入れ加熱溶融させながら青銅の表面に銀メッキされたリード電極を予め配置させた金型内に注入し射出成形を利用して発光ダイオード用のパッケージを形成させた。型から取り出した後、リード電極を所望の形状

に切断加工することにより図1の如き、パッケージとなる。形成されたパッケージは赤色、緑色及び青色が含有された樹脂は黒色に近い紺色を呈している。そのため、露出したリード電極を除いてパッケージの凹部表面101は暗色系となっている。

【0025】LEDチップはそれぞれInGaPを利用した青色LEDチップ103として、サファイア基板上に、GaPからなるバッファ層、GaPからなるn型コンタクト層兼クラッド層、量子効果を有するとされる厚さのInGaPからなる発光層、AlGaPからなるp型クラッド層、GaPからなるp型コンタクト層を積層させた約350μm角のLEDチップを利用している。同様にInの組成を変えた以外は同様の構成となる緑色LEDチップ104及びInGaAlAsを利用した赤色LEDチップ105を利用してある。なお、赤色のLEDチップ105は、GaP基板上にバッファ層、AlInGaPからなるn型クラッド層、AlInGaPからなる発光層、AlInGaPからなるp型クラッド層、InGaPからなるp型コンタクト層を積層させてある。各LEDチップは470nm、555nm及び620nmの単色性ピーク波長を持つ光を発する。

【0026】また、青色及び緑色のLEDチップは同一面側に各コンタクト層が露出し正負の電極が設けられているため、リード電極上にエポキシ樹脂でダイボンディングする。同一面側に設けられたLEDチップの各電極とリード電極とをそれぞれ金線で接続させる。これに対して赤色のLEDチップは半導体素子を介して正負一対の電極が形成されている。このため、各LEDチップに共通のリード電極とAgペーストを利用してダイボンディングさせ導通をとる。一方、LEDチップの他方の電極と、他のリード電極とを金線を用いてワイヤボンディングさせてある。また、LEDチップがリード電極と接続されたパッケージの凹部内には各LEDチップや金線などを保護するための透光性モールド樹脂としてエポキシ樹脂を配置させてある。こうして形成された発光ダイオードを500個形成させた。

【0027】（比較例1）パッケージ内にRGBの着色顔料の代わりに黒色顔料のみを添加した以外は実施例1と同様にして黒色パッケージを有する発光ダイオードとして500個形成させた。また、顔料を何ら添加しなかった以外は実施例1と同様にして発光ダイオードを500個形成させた。これはベース樹脂の色を反映して白色パッケージを有する発光ダイオードとなった。実施例1の発光ダイオード、黒色及び白色パッケージを有する発光ダイオードの輝度、コントラスト比の平均値をそれぞれ測定した。本発明の発光ダイオードをそれぞれ100とすると白色パッケージの発光ダイオードの輝度は162、コントラスト比は41であった。また、黒色パッケージの発光ダイオードの輝度は64、コントラスト比は108であった。輝度×コントラスト比は、本発明の1

00に対し、白色パッケージの発光ダイオードは66、黒色パッケージの発光ダイオードは69となる。したがって、本発明の発光ダイオードが著しく優れているのが分かる。

【0028】（実施例2）実施例1の発光素子を青色及び黄色が発光可能な窒化物半導体を利用し、青色、黄色及び黒色の着色剤を混合して均一に含有させたアクリル樹脂をパッケージに利用した以外は実施例1と同様にして発光ダイオードを形成させた。なお、リード電極は各発光素子を独立に駆動できるように設けてある。形成された発光ダイオードは発光素子を同時に点灯させると混色により白色を発光させることができる。発光素子の発光時には、発光素子から放出される光と同色の着色剤により反射し光度の低下を抑制させる。また、発光素子の消灯時には、着色剤の青色、黄色及び黒色の混色により暗緑色となりコントラスト比を向上させることができる。

【0029】

【発明の効果】上記の如く、本発明では発光ダイオードを構成するパッケージの光取りだし側の面、即ち発光ダイオードにて表示素子或いは表示体を形成した時に外部より見える部分に発光素子の発光色と同一色の着色を施す。これにより、着色は発光素子からの光に関しては同一色のため反射作用を有し、一方、外部よりの略白色光に対しては着色と同一以外の色の光を吸収するため吸収

作用を示す。したがって、本発明による発光ダイオードは輝度の低下を抑制しつつコントラスト比の向上という相反する特性を両立することができる。

【図面の簡単な説明】

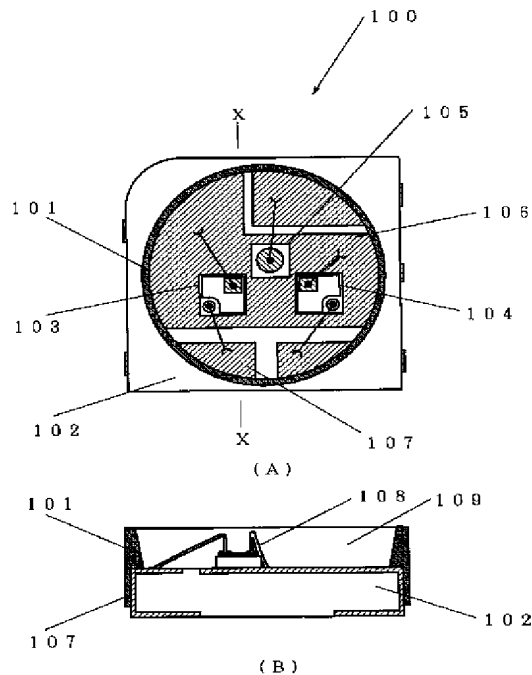
【図1】 図1（A）は本発明の発光ダイオードを示す模式的平面図であり、図1（B）は図1（A）におけるXX断面図である。

【図2】 本発明の他の発光ダイオードを示す模式的断面図である。

【符号の説明】

- 100、200・・・発光ダイオード
- 101・・・パッケージの凹部側壁
- 102・・・LEDチップが配置される基体
- 103・・・青色LEDチップ
- 104・・・緑色LEDチップ
- 105・・・赤色LEDチップ
- 106、107、206・・・リード電極
- 108、208・・・ワイヤ
- 109、209・・・透光性モールド樹脂
- 201・・・着色剤が含有された樹脂
- 202・・・着色剤が含有された側壁
- 204・・・青色LEDチップ
- 205・・・黄色LEDチップ

【図1】



【図2】

